

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH CAIRAN JAGUNG TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS BIOGAS DARI KOTORAN SAPI

THE EFFECT OF ADDING CORN LIQUID WASTE ON THE QUALITY AND QUANTITY OF BIOGAS FROM COW DUNG

I Wayan Joniarta*, Febrian Purnama, I Made Mara, Kade Wiratama

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia

*Corresponding author

E-mail addresses: wayanjoniarta@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v5n1.331-337>

Received 18 April 2026; Received in revised form 7 May 2026; Accepted 14 May 2026

ABSTRACT

Biogas is one of the alternative energies that can be utilized to meet fuel energy needs. It originates from the fermentation process of biomass, such as cow dung. This research focuses on producing biogas from cow dung with the addition of corn waste water to determine the influence of adding corn waste water on the quality and quantity of the generated biogas. Treatments were applied by varying the composition of cow dung with corn waste water (A, B, C) and cow dung with water (D) as a control. The successive compositions created were composition A (1:1j), composition B (1:2j), composition C (1:3j), and composition D (1:1a), each repeated three times, and the study was conducted for 30 days. The research results indicate that with the addition of corn waste water, the highest quantity of biogas was obtained in composition A, amounting to 1168.08 cm³, while the lowest quantity was obtained in composition B, totaling 791.21 cm³. Regarding the quality testing of biogas with the addition of corn waste water, the highest quality was observed in composition A at 49.76%, whereas the lowest quality was found in composition B at 23%. However, in composition D, which consists of cow dung biogas with water demonstrated superior quality and quantity, with a quality value of 52.82% and a quantity of 1384.05 cm³. The data obtained suggest that corn waste water may not be as effective as a supplementary material for the mixture of cow dung biogas.

Keywords: Biogas, Cow dung, Corn waste water

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan perekonomian, kebutuhan energi juga akan semakin meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan secara efisien. Energi alternatif tersebut dapat diolah dari limbah industri peternakan, salah satunya berupa kotoran sapi.

Industri peternakan sapi menghasilkan limbah yang cukup besar setiap harinya. Berdasarkan data dari dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Barat, pada tahun 2021 jumlah populasi sapi di NTB mencapai 1.320.551 ekor [1]. Seekor sapi dengan bobot 454 kg mampu menghasilkan kotoran sapi dan urine sebanyak 30 kg per hari [2]. Dengan jumlah kotoran sapi yang dihasilkan, maka akan menghasilkan limbah yang begitu banyak. Limbah tersebut dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Kotoran sapi dapat diolah menjadi energi alternatif berupa biogas. Biogas merupakan energi alternatif yang handal, dapat dihasilkan dari matri organik seperti

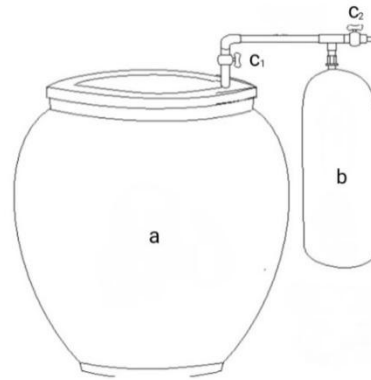
kotoran hewan, dedaunan kering, limbah organik pasar, air limbah rumah tangga, limbah industri makanan, dan sumber lainnya. Jumlah biogas yang dihasilkan bervariasi tergantung pada jenis biomassa atau limbah yang digunakan [3]. Biogas merupakan gas yang mudah terbakar dan dihasilkan melalui proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob. Meskipun semua jenis bahan organik dapat diproses untuk menghasilkan biogas, hanya bahan organik homogen seperti kotoran dan urine hewan ternak yang cocok untuk digunakan dalam sistem biogas [4]. Gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) merupakan kandungan terbesar pada biogas. Konsentrasi metana (CH_4) dalam biogas menentukan kandungan energinya (nilai kalor). Namun, untuk meningkatkan kualitas biogas yang dihasilkan karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), dan kandungan air harus dihilangkan [5].

Jagung merupakan salah satu komoditas penting di NTB. Berdasarkan data dari dinas pertanian tahun 2022, diketahui bahwa produksi jagung di NTB pada tahun 2021 mencapai 1.839.898 ton. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa dalam pengolahannya akan menghasilkan limbah yang tidak dapat diabaikan. Di Indonesia, jagung digunakan sebagai bahan dasar industri makanan dan minuman, tepung, pakan ternak, minyak, dan lain sebagainya. Di Indonesia, penanaman jagung mulai digencarkan dalam rangka swasembada pangan di Indonesia [6]. Jagung sering diolah menjadi bahan makanan, seperti jagung goreng, emping jagung, tepung jagung dan lain sebagainya. Dalam prosesnya akan melalui proses nikstamalisasi. Proses nikstamalisasi merupakan proses perebusan jagung dengan pencampuran alkali [7]. Proses penambahan alkali mampu membuat lapisan luar (perikap) dari jagung terkelupas [8]. Tujuan dari penghilangan kulit ari pada jagung adalah untuk membuat tekstur jagung agar lebih renyah dan lebih mudah diolah [9]. Menurut [10], tepung jagung menyumbang 12% dari total produksi tepung di mana mengalami penumbuhan 5,5% setiap tahunnya. Teknologi yang tersedia saat ini dalam pengolahan limbah tepung jagung tidak spesifik terhadap karakteristik limbah cairan jagung yang jumlahnya besar, pH rendah, dan padatan yang mudah terdegradasi di lingkungan. Potensi pengolahan limbah cairan jagung menjadi biogas seperti pada penelitian [11] di mana melakukan penelitian skala laboratorium tentang potensi produksi gas metana dari nejayote (limbah cairan jagung) dengan metode mikroaerasi (penambahan sejumlah kecil udara ke dalam lingkungan anaerobik) dengan campuran 30 g/l *deep soil*, 300 g/l pupuk kotoran sapi, 150 g/l kotoran babi, 1,5 g/l Na_2CO_3 , serta 1 l air keran. Hasil penelitiannya menunjukkan metode mikroaerasi meningkatkan persentase asam asetat dan asam butirat untuk proses metanogenik sebesar 62%. Hasil produksi metana menunjukkan produksi gas metana 55% lebih tinggi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh komposisi dari penambahan limbah cairan jagung terhadap produksi biogas kotoran sapi berdasarkan kualitas dan kuantitas biogas. Limbah cairan jagung diharapkan mampu untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas biogas dari kotoran sapi. Tulisan dapat disajikan dalam bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar. Jika diinginkan dapat ditambahkan sub bab ucapan terima-kasih dan appendix. Appendix bisa berisi daftar simbol/notasi atau penjelasan tentang penurunan suatu persamaan.

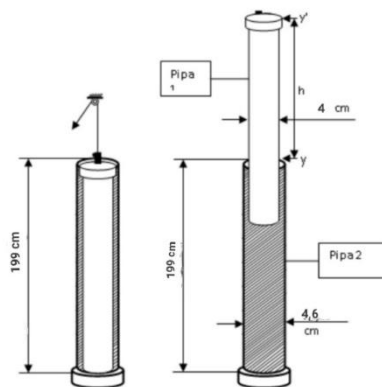
2. Bahan dan Metode

Tahap awal merupakan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Sebelum melakukan pencampuran sesuai komposisi yang ditentukan, dilakukan pengukuran pH dari limbah cairan jagung dan air. Setelah pengukuran pH dilakukan pencampuran dengan kotoran sapi dengan komposisi A, B, dan C antara kotoran sapi dengan limbah cairan jagung serta D merupakan variabel kontrol berupa kotoran sapi dengan air, dimana secara berturut-turut perbandingannya adalah 1:1_j, 1:2_j, 1:3_j, dan 1:1_a. Sebelum dimasukkan ke dalam digester semua pH dari substrat yang dicampur harus diubah menjadi 7 sesuai dengan yang ditentukan. Digester yang digunakan terbuat dari jerigen yang memiliki volume 5 liter dan pengisian substrat sebesar 70% dari kapasitas jerigen. Digester disimpan di ruangan yang terhindar dari sinar matahari secara langsung dan menggunakan temperatur lingkungan. Skema dari alat digester dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Rancangan alat pembuat biogas

Proses fermentasi dilakukan selama 30 hari serta dalam rentang waktu tersebut dilakukan pengamatan dan pengukuran seperti: pH substrat sebelum dan setelah dari digaster, temperatur lingkungan, volume biogas yang dihasilkan, dan pengujian kualitas biogas. Pengujian kualitas biogas dilakukan dengan analisis laboratorium menggunakan alat *gas chromatograph*. Pengukuran volume biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat dilakukan dengan cara metode Archimedes. Rancang alat pengukur volume biogas ditunjukkan pada Gambar 2 Biogas dimasukkan ke dalam silinder yang berbenam air, saat biogas dimasukkan ke dalam silinder, maka silinder yang terendam pada air akan terangkat sesuai dengan massa atau volume yang dimiliki oleh gas, sehingga volume gas dapat ditentukan dengan menghitung volume tabung yang terangkat [12] .



Gambar 2 Rangkaian alat ukur volume gas

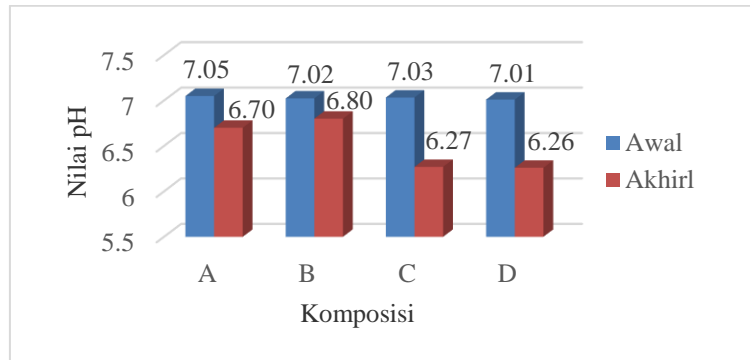
3. Hasil dan Pembahasan

Proses penelitian diawali dengan pembuatan substrat sesuai dengan variabel, yang kemudian dimasukan ke dalam digaster untuk menjalani proses fermentasi secara anaerob. Sebelum dimasukan ke dalam digaster, dilakukan proses pengukuran pH cairan, pH setelah pencampuran, dan pengontrolan pH menjadi 7. Selanjutnya, setelah 30 hari proses fermentasi secara anaerob maka dilakukan pengukuran pH akhir dari substrat. Hasil pengukuran pH seperti ditunjukkan pada Tabel .1.

Tabel 1 Pengukuran pH

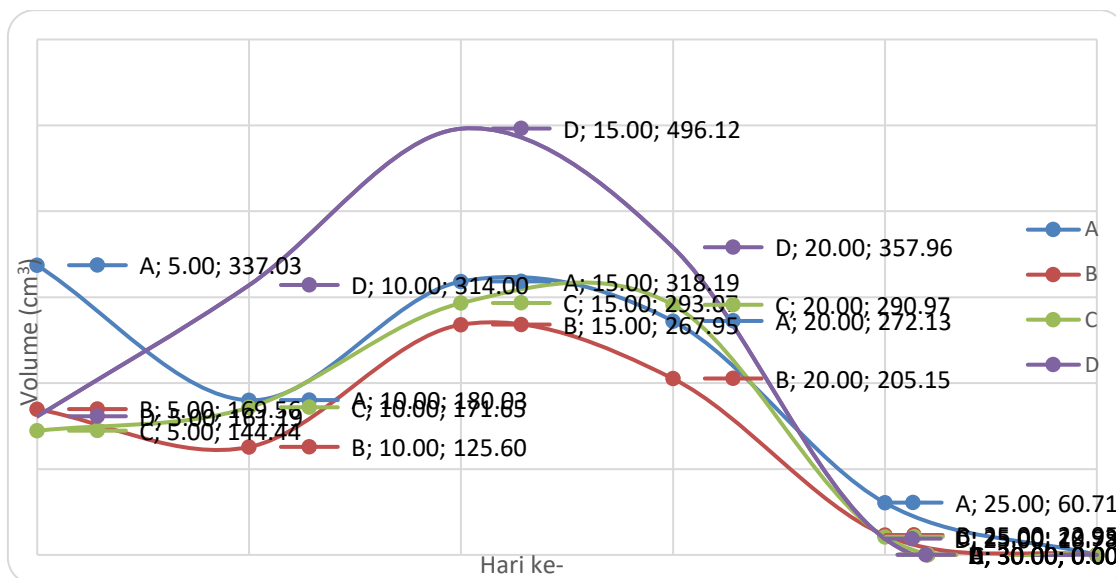
Komposisi	Cairan	Campuran	pH 7 ($\pm 0,1$)	pH akhir
A _{1:1j}	11,83	8,88	7,05	6,7
B _{1:2j}	11,84	9,97	7,02	6,80
C _{1:3j}	11,82	11,35	7,03	6,27
D _{1:1a}	7,20	6,77	7,01	6,26

Hasil Pengukuran pH pada limbah cairan jagung, menunjukkan bahwa cairan bersifat basa dengan nilai pH berkisar 11,8 dan pH air bernilai 7,2. Setelah dilakukan pencampuran dari komposisi A, B, C, dan D, didapatkan nilai pH campuran dengan rentang nilai berkisar 6-11,35. Pada setiap komposisi, dilakukan penyesuaian pH dengan nilai tetapan $7 \pm 0,1$ melalui penambahan asam sulfat (H_2SO_4) dan/atau kapur ($CaCO_3$) pada semua komposisi yang dibuat. Pada akhir penelitian, menunjukkan bahwa substrat setiap komposisi mengalami penurunan nilai pH, mengindikasikan bahwa kondisi substrat dalam digaster bersifat asam. Perbandingan antara nilai rata-rata pH awal substrat dengan nilai pH akhir dapat dilihat pada Gambar 3



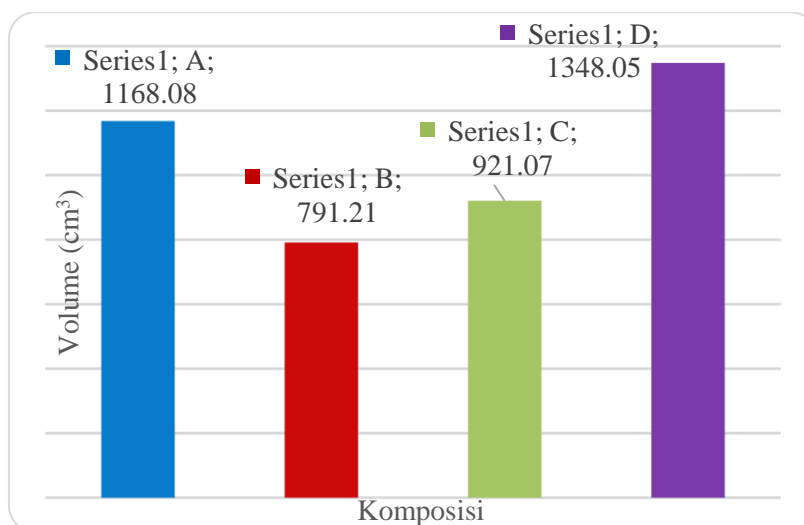
Gambar 3 Perbandingan pH awal dan pH akhir

Dalam proses fermentasi anaerob, nilai pH memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi biogas. Dalam penelitian ini, pH awal ditetapkan dengan nilai 7, dengan toleransi 0,1. Menurut [13], pengaturan pH dalam proses anaerob sangat penting, karena rentang yang diinginkan dalam pembentukan metanogen berkisar 5,5 sampai 7,6. Oleh karena itu, maka nilai pH dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat untuk pembentukan metanogen. Hasil penelitian [14] menyatakan bahwa pada pH netral, pembentukan bakteri metana (metanogen) mengalami pertumbuhan yang optimal, sehingga berdampak pada produksi biogas. Pada akhir penelitian, pH menunjukkan penurunan nilai hingga 6,2-6,8. Hal ini sesuai dengan pernyataan [15] bahwa penurunan pH menunjukkan terjadinya proses degradasi senyawa organik dalam substrat menjadi asam-asam organik, menyebabkan substrat menjadi asam. Pengukuran volume biogas yang terbentuk diukur menggunakan persamaan $V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h$, dengan $V =$ Volume biogas (cm^3), $\pi = 3,14$, $d =$ Diameter pipa 1 (0,4 cm), $h =$ tinggi pipa 1 yang terangkat (cm). Berdasarkan hasil pengukuran biogas menunjukkan bahwa, untuk semua komposisi yang dibuat, sudah menghasilkan biogas pada hari ke-5, dengan komposisi A menghasilkan volume tertinggi dan mencapai puncak produksi biogasnya. Volume rata-rata tertinggi untuk komposisi B, C, dan D didapatkan pada hari ke-15. Pada hari ke-20 produksi biogas mengalami penurunan dan berhenti menghasilkan biogas pada hari ke-30. Hal ini sesuai dengan fase pertumbuhan mikroorganisme, dan pada tahap awal bakteri metanogen masih mengalami tahap penyesuaian dengan keadaan lingkungan hidup seperti pH dan temperatur. Fase selanjutnya, bakteri metanogen mengalami pertumbuhan karena mengkonsumsi nutrisi yang terkandung di dalam substrat sehingga menyebabkan peningkatan produksi biogas. Selanjutnya bakteri metanogen mengalami tahap stasioner, dengan jumlah produksi biogas cenderung konstan dikarenakan jumlah bakteri yang tumbuh sebanding dengan jumlah bakteri yang mati. Pada fase terakhir, bakteri metanogen mengalami kekurangan nutrisi sehingga bakteri mati, yang mana mengakibatkan penurunan produksi biogas. Fase pertumbuhan mikroorganisme terdiri dari fase adaptasi, fase pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian [16].



Gambar 4 Volume biogas

Produksi total rata-rata biogas terbesar didapatkan pada komposisi D, diikuti oleh komposisi A, komposisi C, dan komposisi B, dengan nilai secara berturut-turut 1348,05 cm³, 1168,08 cm³, 921,07 cm³, dan 791,21 cm³. Berikut diagram volume rata-rata total untuk setiap komposisi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Jumlah total volume rata-rata biogas

Dari data total produksi volume rata-rata menunjukkan bahwa terdapat jumlah yang berbeda-beda untuk setiap komposisi. Hal ini terjadi karena perbedaan penambahan cairan dan sifat fisik dari substrat yang dibuat. Hal ini sesuai dengan pernyataan [17] bahwa variasi dari komposisi yang dibuat dapat mempengaruhi jumlah biogas yang diproduksi oleh masing-masing substrat. Parameter kualitas biogas ditentukan berdasarkan kandungan gas metana (%). Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dengan menggunakan alat gas chromatograph kandungan gas metana rata-rata dari biogas kotoran sapi dengan penambahan limbah cairan jagung seperti tercantum pada tabel 4.3. Data hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa persentase gas metana pada komposisi A, C, dan D memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Sedangkan pada komposisi B, persentase gas metana memiliki nilai terendah.

Tabel 2 Persentase rata-rata kandungan gas metana (CH₄)

NamaSampel	Methane (CH ₄) Content(%)
Komposisi-A	49,76
Komposisi-B	23,00
Komposisi-C	42,28
Komposisi-D	52,82

Perbandingan kandungan gas metana antara biogas kotoran sapi dan limbah cairan jagung (A, B, dan C) dengan biogas kotoran sapi dan air (D) yang berfungsi sebagai kontrol menunjukkan bahwa komposisi D memiliki kandungan gas metana yang lebih besar. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, salah satunya tingkat viskositas substrat. Menurut penelitian [18], jika rasio campuran substrat terlalu encer dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi gas metana. Selain itu, faktor penambahan nutrisi yang terkandung dalam substrat yang dibuat juga mempengaruhi produksi gas metana. Kandungan sulfat (SO₄²⁻) pada limbah cairan jagung juga berpengaruh terhadap produksi gas metana. Menurut [19] pada suatu substrat yang mengandung sulfat, maka akan terbentuk bakteri pereduksi sulfat. Bakteri ini dapat bersaing dengan mikroorganisme metanogen yang terlibat dalam proses fermentasi, yang mana bakteri pereduksi sulfat juga menggunakan hidrogen dan asetat pada proses anaerobik. Selain itu, dalam proses anaerob, sulfat akan direduksi menjadi sulfida (S²⁻) oleh bakteri pereduksi sulfat. Sulfida bersifat merusak berbagai kelompok bakteri sehingga menghambat aktivitas bakteri tersebut [20].

4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, bahwa penambahan limbah cairan jagung mampu mempengaruhi kualitas dan kuantitas biogas. Pada penambahan limbah cairan jagung, volume tertinggi didapatkan oleh komposisi A yang di mana nilai volume yang didapatkan sebesar 1168,08 cm³ dan volume terendah didapat pada komposisi B dengan nilai 791,21 cm³. Produksi biogas secara rata-rata dimulai pada hari ke-5 sampai hari ke-25 dan berhenti memproduksi biogas pada hari ke-30. Produksi biogas tertinggi secara rata-rata didapatkan pada hari ke-15. Dari hasil analisa dan perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya ditemukan bahwa limbah cairan jagung kurang bagus sebagai bahan penambah campuran biogas. Hal ini disebabkan, karena limbah tersebut mengandung sulfat yang dapat menekan produksi gas metana. Dalam proses Anaerob akan terbentuk bakteri pereduksi sulfat, yang dapat bersaing dengan bakteri metanogen yang sangat penting terlibat dalam fermentasi pembentuk biogas

Ucapan Terima kasih

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram atas fasilitas dan bantuan yang diberikan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] L.A.N. Aulia, Statistik Peternakan Tahun 2021, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi NTB, Badan Pangan Nasional, Realisasi Naraca Ketersediaan Jagung Tahun 2022, Jakarta: Badan Pangan Nasional, 2022.

- [2] A. Fathurrohman, M.A. Hari, S.A. Zukhriyah, M.A Adam, Persepsi peternak sapi dalam pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas di Desa Sakarmojo Purwosari Pasuruan, *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25 (2) (2015) 36-42.
- [3] N.T. Saputra, L. Kalsum, L. Junaidi, Pemurnian biogas dari co-digestion limbah cairan industri tahu dengan kotoran sapi menggunakan asorben MEA pada kolom isian, *Jurnal Serambi Engineering*, 8 (3) (2023) 6608-6614.
- [4] Usman, M.M.A. Hasan, M.A. Kaharm, Elihami, Pemanfaatan kotoran ternak sebagai bahan pembuatan biogas, *Mapsul Journal of Community Empowerment*, 1 (1) (2020) 13-20.
- [5] M.C. Santoso, I.A.D. Giriantari, W.G. Ariastina, Studi pemanfaatan kotoran ternak untuk pembangkit listrik tenaga biogas di Bali, *Jurnal Spektrum*, 6 (4) (2019) 58-65.
- [6] B.A. Wulandari, L.M. Jaelani, Identifikasi fase pertumbuhan tanaman jagung menggunakan citra SAR sentinel-1A (studi kasus: Kecamatan Gerung, Lombok Barat, NTB), *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1 (2) (2019) 52-59.
- [7] T.S. Zakiyah, S. Winarti, R. Yulistiani, Pengaruh konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan suhu pemasakan pada proses nikstamalisasi tepung jagung, *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13 (2) (2022) 175-186.
- [8] S.D.N. Safitri, M.K. Ferdiansyah, E.P. Nurlaili, I. Muflihati, Karakteristik fisik jagung P21 (*Zea mays L.*) termodifikasi menggunakan metode nikstamalisasi dengan formulasi kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan lama perendaman, *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23 (1) (2019) 49-55.
- [9] Wahyuni, "Quality control di sentra industri kecil pembuatan emping jagung di UKM Hani snack" (Skripsi), Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2011.
- [10] N. Shubhaneel, D. Apurba, C.P. Kumar, Corn starch industry wastewater pollution and treatment processes, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 12 (3) (2018) 283-293.
- [11] D. Valero, C. Rico, R. Tapia-Tussell, L. Alzate-Gaviria, Rapid two stage aerobic digestion of nejayote through microaeration and direct interspecies electron transfer, *Jurnal Processes*, 8 (1614) (2020) 1.
- [12] A.K. Anggraini, "Suitable local media and operation mode of slow sand filtration for water treatment in Gunungkidul, Case study in Gua Seropan" (Thesis), Yogyakarta: Gadjah Mada University, 2011.
- [13] B.E. Rittmann, P.L. McCarty, *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*. McGraw-Hill, New York, 2001.
- [14] A. Yonathan, A.R. Prasetya, B. Pramudono, Produksi biogas dari eceng gondok (*eicchornia crassipes*): kajian konsistensi dan pH terhadap biogas dihasilkan, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2 (2) (2013) 211-215.
- [15] S.D. Rahmalia, "Pengaruh suhu rasio C/N dan penambahan bioaktivator EM4 terhadap produksi biogas dari sampah buah-buahan" (Skripsi), Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2009.
- [16] A.G. Moat, J.W. Foster, M.P. Spector, *Microbial Physiology*, Fourth Edition. Wiley-liss, 2002.
- [17] I.M. Mara, I.B. Alit, Analisa kualitas dan kuantitas biogas dari kotoran ternak, *Dinamika Teknik Mesin*, 1 (2) (2011) 1-8.
- [18] A. Saleh, M.W.K. Planetto, R.D. Yulistiah, Peningkatan persentase metana pada biogas menggunakan variasi ukuran pori membran nilon dan variasi waktu purifikasi, *Jurnal Teknik Kimia*, 4 (22) (2016) 35-44.
- [19] D.M. McCartney, J.A. Oleszkiewicz, Competition between methanogens and sulfate reducers: effect of COD: sulfate ratio and acclimation, *Water Environ Research*, 65 (1993) 655-664.
- [20] Y. Chen, J.J. Cheng, S. Creamer Kurt, Inhibition of anaerobic digestion process: a review, *Bioresource Technology*, 99 (2007) 4044-4064.